

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

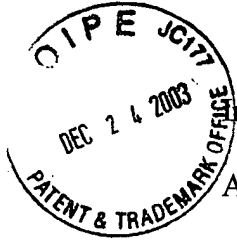
IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Problem Image Mailbox.**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Group Art Unit: 2631

Examiner: Unassigned



In Re PATENT APPLICATION OF:

Applicants : Sung-Chiao LI

Serial No. : 10/657,238

Filed : September 9, 2003

For : ADAPTIVE MULTI-MODULUS
ALGORITHM METHOD FOR BLIND
EQUALIZATION

Attorney Ref. : TOP 320

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of applicant's first-filed Taiwanese Application No. 091121267, filed September 17, 2002, the rights of priority of which have been and are claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119.

It is respectfully requested that receipt of this priority document be acknowledged.

Respectfully submitted,

December 24, 2003

Date

Steven M. Rabin (Reg. No. 29,102)

RABIN & BERDO, P.C.

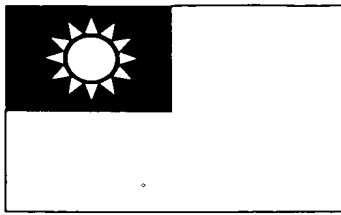
(Customer No. 23995)

Telephone: (202)371-8976

Telefax: (202)408-0924

SMR:tlc

FEE ENCLOSED:\$
Please charge any further
fee to our Deposit Account
No. 18-0002



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，

其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 09 月 17 日
Application Date

申請案號：091121267
Application No.

申請人：威盛電子股份有限公司
Applicant(s)

局長
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 9 月 16 日
Issue Date

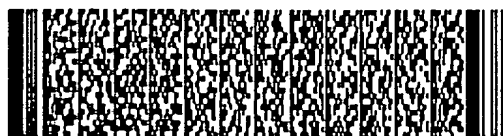
發文字號：09220932660
Serial No.

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

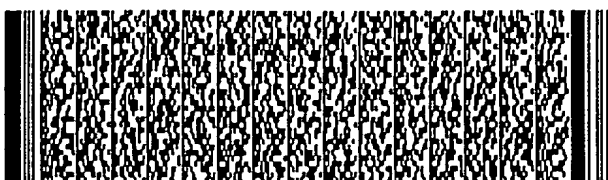
一、 發明名稱	中文	應用於盲目等化器之方法及電路
	英文	
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 李松樵
	姓名 (英文)	1. Li Sung-Chiao
	國籍	1. 中華民國
	住、居所	1. 台北縣新店市中正路533號八樓
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 威盛電子股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1.
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 台北縣新店市中正路533號八樓
	代表人 姓名 (中文)	1. 王雪紅
	代表人 姓名 (英文)	1.



四、中文發明摘要 (發明之名稱：應用於盲目等化器之方法及電路)

本發明係一種可調適性多模數等化方法，適用於一等化器，包括下列步驟：儲存一輸入信號，設定一等化係數的初始值；利用固定模數演算法，與等化器輸出信號，計算出成本方程式之值，計算等化係數的調整量，以及更新等化係數；根據等化器的輸出信號統計下一階段多模數演算法中各區域之模數；當成本方程式的值到達第一臨界值，則切換到多模數演算法；利用儲存輸入信號，並重新通過上述之等化器；利用一多模數演算法，與等化器輸出的信號和各區域的模數計算成本方程式，計算等化係數的調整量，以及更新等化係數，其中區域的個數等於模數的個數；根據等化器的輸出信號統計下一階段多模數演算法中各區域之模數，其中區域的個數為模數個數加上模數增

英文發明摘要 (發明之名稱：)



四、中文發明摘要 (發明之名稱：應用於盲目等化器之方法及電路)

量；當成本方程式的值到達第二臨界值，則切換到下一階段更多模數演算法，其中下一階段的模數個數為模數個數加上模數增量；判斷成本方程式是否達到既定的臨界值，如果是，固定上述模數個數，等化上述輸入信號；如果不是，則重新由多模數演算法計算等化係數。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

五、發明說明 (1)

本發明係有關於一種應用於盲目等化器(Blind Equalizer)的等化方法，特別係有關一種利用可調適性多模數(Adaptive Multi-modulus)等化方法。

接收器所接收到的輸入信號(received signal)經過時序回復(timing recovery)之後，符元邊界已經正確，不過和傳送端所發出的傳送信號，還是有所不同，傳送信號進入傳輸通道(channel)會受到各種非理想特性影響，例如通道有限頻寬造成符元間干擾(ISI; Inter Symbol Interference)，或是相位干擾(phase distortion)等。其中通道效應可以看做是傳送信號通過一不明長度、不明係數的濾波器，此濾波器的轉換函數(transfer function)為 $H(z)$ 。因此，要得到未受通道非理想特性影響的傳送信號，必須在接收端設計一補償濾波器，其轉換函數為通道轉換函數的倒數 $H^{-1}(z)$ ，經過通道與此補償濾波器之後，在時間域等效的響應就是一脈衝，在頻率域就是各頻率分量相等的頻率響應，這補償濾波器就是等化器(Equalizer)，通過通道與此等化器之後的信號，與原先未進入通道的信號相同。

等化器的係數取得的方法有兩種，一種是傳送端在通訊一開始時，傳送訓練序列(training sequence)，而且接收端也知道訓練序列的條件下，由接收到的信號偵測通道的脈衝響應，進而計算出通道的反轉換函數，套用在等化器。另一種方式，乃是先設定等化器的係數初始值，再



五、發明說明 (2)

依照接收器所接收到輸入信號的特性，設定一成本方程式 (cost function)，利用降低成本方程式函數值的方式，逐漸調整等化器係數，以達到等化器收斂的目的，如上所示也就是盲目等化器的運作方法。

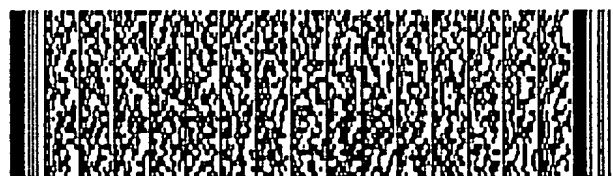
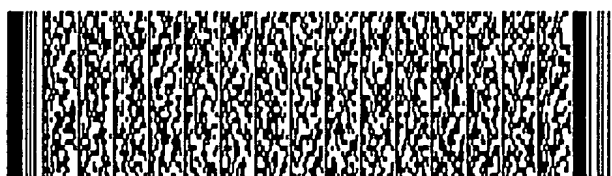
一般而言，通道的特性並非是持續不變的，其轉換函數會因為溫度變化，接收器移動等原因而產生緩慢的變化。當等化器得到通道反轉換函數的係數之後，可調適等化器可依照當時信號特性調整係數，使得等化器仍然能夠補償通道非理想特性。

習知盲目等化器演算法都是固定模數演算法 (Constant Modulus Algorithm CMA)，這種演算法適合相對於原點對稱的星狀圖調變方式，星狀圖的點數位於等距離，圓心在原點的同心圓，不需要知道輸入信號的點數。

固定模數演算法的觀念，是定義一成本方程式用以計算信號所遭受到符元干擾的嚴重程度，當成本方程式越大，表示信號的符元干擾越嚴重。將遭受符元干擾的輸入信號通過等化器，得到一信號，利用這信號計算成本方程式，根據成本方程式計算等化係數的調整量，並且調整等化係數，調整過的等化器再次給予輸入信號，並重新調整等化係數。利用如此之重複調整步驟以降低成本方程式之函數值，也就可達到降低信號的符元干擾的目的。

第 p 階離散的成本方程式定義如下：

$$D^{(p)} = E[|z_n|^p - R_p]^2 \quad (1)$$



五、發明說明 (3)

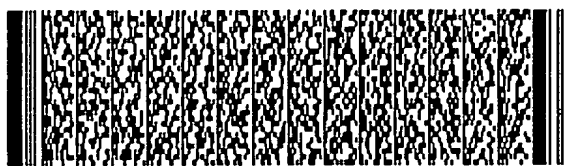
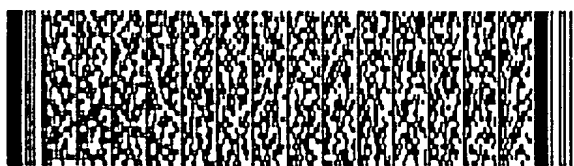
其中 z_n 為等化器輸出結果， R_n 為模數，為一大於零之常數和習知的最小平方方法的成本方程式

$$\text{Error} = E[(z_n - a_n)^2] \quad (2)$$

比較，可知最小平方方法的成本方程式必須知道未受符元干擾的原始信號 a_n ，才能使成本方程式可以來調整等化係數，以降低等化器輸出信號與原始信號的誤差。在單向解調系統，並無法知道原始信號 a_n 。

第p階離散的成本方程式的好處就是在於不需要知道原始信號，就可以藉由降低成本方程式來調整等化係數，以降低等化器輸出信號誤差。亦即將模數 R_n 視為理想輸出值，使 $|z_n|$ 與 R_n 的差距最小，但是相對的代價是需花費比最小平方方法更長的收斂時間，以及無法恢復載波相位。

第1圖表示信號符元干擾示意圖。空白圓圈代表未受干擾原始信號的星狀圖座標點，原始信號通過傳輸通道，原始信號會遭受符元干擾，因此座標點會偏移到黑色實心圓的座標點，如圖所示之黑色實心圓點即代表遭受符元干擾的星狀圖座標點。原始信號，也就是兩個白色圓圈座標點的成本方程式函數值為 $2a^2$ ，符元干擾信號也就是黑色實心的成本方程式函數值 $2a^2 + 4c^2$ ，比原始信號的成本方程式函數值多了 $4c^2$ ，所以符元干擾使成本方程式函數值



五、發明說明 (4)

變大，由此可知成本方程式可以反應出符元干擾的嚴重程度。

因此我們可以藉由調整等化係數來降低成本方程式函數值，也就是藉由等化係數可以消除符元干擾。等化係數的調整方法可以藉由最陡坡道方法，求出使成本方程式最小的等化係數，其調整方式如下：

如方程式(3)、(4)、(5)所示係為等化係數之向量關係式

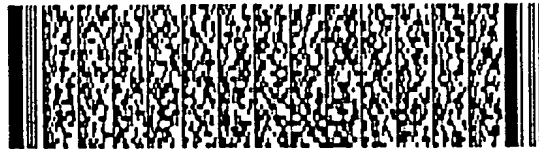
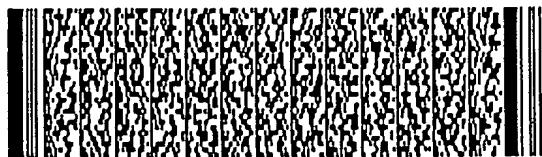
$$c_{n+1} = c_n - \lambda_p \left[\frac{\partial D^{(p)}}{\partial c} \right]_{c=c_n} \quad (3)$$

$$p=1 \quad c_{n+1} = c_n - \lambda_1 y_n \cdot z_n \left(1 - \frac{R_1}{|z_n|} \right) \quad \text{其中} \quad R_1 = \frac{E(|a_n|^2)}{E(|a_n|)} \quad (4)$$

$$p=2 \quad c_{n+1} = c_n - \lambda_2 y_n \cdot z_n (|z_n|^2 - R_2) \quad \text{其中} \quad R_2 = \frac{E(|a_n|^4)}{E(|a_n|^2)} \quad (5)$$

其中 c_n 是等化係數的向量， λ_1 、 λ_2 是調整係數， y_n 是輸入信號， z_n 是等化信號， R_1 是一正實數， R_1 取決於座標的圖案， a_n 表示星狀圖的正確座標，當 $P=2$ ，等化係數收斂比較快。

固定模數演算法有下列缺點，第一，應用在多點數的QAM調變時，收斂情況不佳，如第2圖所示。第二，收斂速度緩慢，如第3圖所示，固定模數演算法只用一個臨界

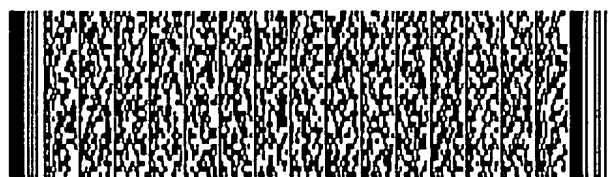
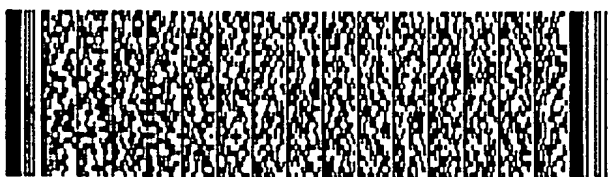


五、發明說明 (5)

值，隨著時間增加，成本方程式下降速度有限。

有鑑於此，本發明提供一種適用於一等化器之可調適性多模數等化方法(Adaptive Multi-modulus Equalization Algorithm)以及電路，以解決習知技術難以收斂之缺點，本發明之方法包括下列步驟：儲存一接收到之輸入信號，設定一等化係數的初始值；利用固定模數演算法(CMA)，與等化器輸出信號，計算出成本方程式之值，並計算出等化係數的調整量，以及更新等化係數；根據等化器的輸出信號統計下一階段多模數演算法中各區域之模數(Modulus)；當成本方程式的值到達一第一臨界值時，則切換到多模數演算法(MMA)；將該被儲存之輸入信號，重新通過該等化器；利用一多模數演算法，利用等化器輸出的信號和各區域的模數計算成本方程式之值，計算等化係數的調整量，用以更新等化係數。其中區域的總數等於模數(Modulus)的個數；根據等化器的輸出信號計算下一階段多模數演算法中各區域之模數，其中區域的總數為模數個數加上模數的增加量；當成本方程式的值到達一第二臨界值，則切換到下一階段更多模數演算法，其中下一階段的模數總數為模數個數加上模數的增加量；判斷成本方程式的值是否達到既定的臨界值，如果是，則固定(fixed)上述模數總數，並等化上述輸入信號；如果不是，則重新利用多模數演算法計算等化係數。

為了讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖示，作



五、發明說明 (6)

詳細說明如下：

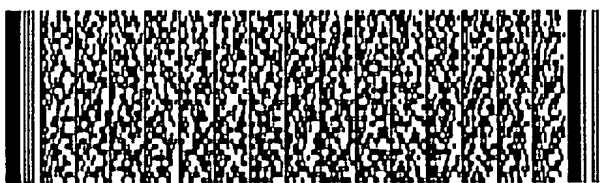
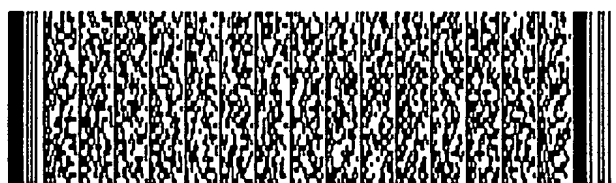
實施例

參考第3圖，可調適多模數演算法利用多個臨界值切換多模數個數，使得成本方程式收斂速度更快。本發明實施例的可調適多模數演算法(Multi-Modulus Algorithm MMA)解決多點QAM固定模數演算法點數收斂不佳的情況。

第4圖表示固定模數演算法成本方程式示意圖。當星狀圖的點數越來越多的時候，會有更多點落入選定的模數區域中，由於自動增益控制，星狀圖的座標範圍控制在某一固定半徑的圓形內，因此各點的距離也就越來越小，如第4圖所示，信號通過等化器落到A點，落入整個模數點數越多，必須與最近的點距離越小，才能與其他點分開。

因此需要減少d的距離，比起少點數的QAM，d的要求更小，但是依照固定模數演算法的公式，A點信號的成本方程式約略等於 $d+c$ ，而c就是正確座標原點與模數的距離，c是一常數，不會改變，對A點的成本方程式使用最陡傾斜波道(gradient descent)求得調整係數，當d小於一範圍時，遠小於c，特別是越靠近原點的信號點，其c值越大，所以成本方程式無法有效利用最陡傾斜波道法，使得調整係數降低成本方程式。

第5圖表示最陡傾斜坡道方法降低成本方程式示意圖。以一維等化器係數的收斂為例，說明降低c可以使係數收斂到更精確的位置，並且可以加速等化器的收斂速度。



五、發明說明 (7)

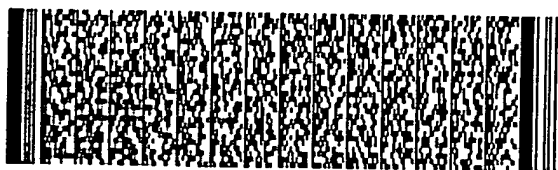
$$\text{成本方程式 } D^{(2)} = E \left[|z_s|^2 - R_2 \right]^2 \quad (1)$$

$$\text{其中 } (R_2 - |z_s|^2)^2 = (\sqrt{R_2} + |z_s|)^2 \cdot (\sqrt{R_2} - |z_s|)^2 \quad (2)$$

$$\approx (\sqrt{R_2} + |z_s|)^2 \cdot [(\sqrt{R_2} - |s_s|)^2 + (|s_s| - |z_s|)^2] \quad (3)$$

其中 s_s 為信號要收斂到正確的座標點， z_s 為信號等化之後的座標。(3)式的第二乘積項分成兩項，第一項 $(\sqrt{R_2} - |s_s|)^2$ 就是信號要收斂的正確座標與目標模數的距離，相當於前面提到的 c ，第二項 $(|s_s| - |z_s|)^2$ 是等化之後信號與正確座標點的距離，相當於前面提到的 d 。為了使信號在星狀圖上收斂，必須儘量縮小第二項。為了使最陡傾斜波道法收斂更好，必須降低第一項與第二項的差距，在自動增益控制下，點數越多，第二項一定會變小，各點才能分開，所以因此在無法增加第二項的情況下，勢必需減小第一項，以達到縮小第一項與第二項的差距。為了減少第一項，使用靠近信號座標點的 R_2 ，也就是將星狀圖分割成若干區域，由分割區域與原點定義 R_2 。

第6圖表示多模數演算法區域分布與各模數的示意圖。如第6圖所示，星狀圖分割成許多同心圓，當輸入信號的座標落在區域region 3，離原點最遠，使用最大的 R_2 。當輸入信號的座標落在區域region 2，離原點次遠，使



五、發明說明 (8)

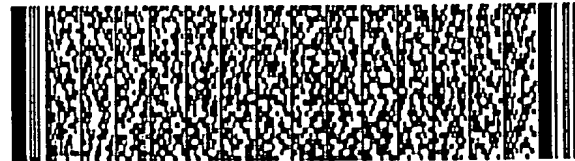
用第二大的 R_2 。當輸入信號的座標落在區域region 1，離原點最近，使用最小的 R_2 。因此 R_2 (region3)>

R_2 (region2)> R_2 (region1)。接收到經過等化之後的等化信號，判斷等化信號落在哪一區域，如此每一區域中信號收斂座標點都有一對應最靠近的 R_2 ，多模數演算法的第一項都會比固定模數演算法的第一項較小，因此成本方程式所包含的常數部分會減小，使得最陡傾斜坡道演算法縮小第二項更有效率。

在本發明實施例中採用逐漸增加模數個數的方法，例如，利用單一固定模數計算等化信號，等化信號收斂到接近原來正確信號，但是仍然有一些誤差，根據等化信號計算 R_2 ，

$$R_2 = \frac{E|Z_n|^4}{E|Z_n|^2} \approx \frac{E|a_m|^4}{E|a_m|^2} \quad (4) \quad Z_n \text{ 表示等化信號的複數座標，}$$

經過統計平均之後會很接近真正的 R_2 ，一面進行固定模數演算法等化，一面估計兩個模數演算法各區域所需要的 R_2 ，當等化信號收斂到更小的誤差範圍，也就是根據成本方程式判斷是否切換到兩個模數演算法。如此繼續進行，根據成本方程式判斷收斂誤差範圍，繼續切換到三個



五、發明說明 (9)

模數以及更多模數演算法，加速等化信號的收斂速度。等化器不僅可以切換到更高的模數以加速收斂，也可以切換到更低模數計算，其決定條件在於成本方程式的增加或減少，如果切換到高模數計算，成本方程式增加則切換到低模數計算。第7圖表示可調適性多模數演算法之模數切換示意圖。

計算模數 R_2 的公式與星狀圖各點座標有關，因此輸入信號的星狀圖點數不同時，其相對應的 R_2 也會不同，因此多模數演算法若在各區域使用固定模數，而非可調適性的模數，所使用的星狀圖點數與輸入信號的星狀圖點數不同時，就會造成錯誤，無法收斂正確。本發明實施例是以等化器輸出信號估算模數 R_2 ，不受限於輸入信號的點數，即使事先不知道輸入信號點數，計算出的模數依然是正確的。

第8圖表示固定模數演算法與多模數演算法的切換架構圖，其包括等化器10，多工器20，固定模數等化係數產生器30，可調適性多模數等化係數產生器40。一開始先使用固定模數使等化信號收斂，多工器20接收固定模數等化係數產生器30輸出的等化係數，因此第8圖的等化架構等效于第9圖的習知固定模數演算法的架構，其包括等化器10，固定模數產生器35，更新等化係數產生器38。更新等化係數產生器38根據等化器10輸出信號與固定模數產生器



五、發明說明 (10)

35 的固定模數更新等化係數。雖然收斂的不是很好，但是等化信號的座標已經接近輸入信號的正確座標，根據固定模數得出落在各區域的等化信號，計算各區域的模數 R_2

，作為多模數演算法成本方程式各區域的 R_2 。當固定模數演算法的成本方程式的值到達一臨界值，多工器20切換到接收可調適性多模數等化係數產生器40輸出的等化係數，因此第8圖的等化架構等效于第10圖的可調適性多模數演算法的架構，其包括等化器10，多模數選擇器45，更新等化係數產生器48，模數估算器42。更新等化係數產生器48根據等化器10輸出信號與模數估算器42的多模數計算成本方程式，更新等化係數，完成等化器訓練。

第11圖表示本發明實施例等化器的演算法流程圖。在步驟S101，輸入信號。在步驟S102，儲存輸入信號。在步驟S103，輸入信號通過等化器，設定可調適性等化器各係數的初始值。在步驟S105，當成本方程式仍大於固定模數臨界值，依舊使用固定模數演算法，進行步驟S110；否則使用多模數演算法，進行步驟S120。在步驟S110，利用固定模數演算法計算出成本方程式。在步驟S111，計算各係數的調整量，更新等化器係數，回到步驟S103，調整等化係數。在步驟S112，根據等化係數產生等化信號，進行步驟S124。在步驟S120，決定等化信號落入區域所對應之模數。在步驟S121，使用統計之各模數計算多模數演算法之成本方程式。在步驟S122，更新等化係數，回到步驟



五、發明說明 (11)

S103。在步驟S123，根據等化係數產生等化信號，進行步驟S124。在步驟S124，根據等化信號計算下一次多模數演算法各區域的模數，並且將計算出各區域的模數，以提供步驟S121計算成本方程式。在步驟S125，判斷多模數成本方程式是否小於該模數的臨界值，如果是則切換到下一階段多模數演算法，下一階段模數個數等於模數個數加上模數增量。

第12圖表示896QAM信號使用固定模數演算法等化器輸出結果星座圖。第13圖表示896QAM信號使用可調適性多模數演算法等化器輸出結果星座圖。比較第12圖和第13圖可以得知，多點數QAM經過使用可調適多模數演算法的等化器可以收斂得更清楚。第14圖表示448QAM信號使用固定模數演算法等化器輸出結果星座圖。第15圖表示448QAM信號使用可調適性多模數演算法等化器輸出結果星座圖。比較第14圖和第15圖可以得知，多點數QAM經過使用可調適多模數演算法的等化器可以收斂得更清楚。

本發明實施例的可調適性多模數演算法等化器可以適用在接收非線性編碼信號。非線性編碼器通常會依照信號能量大小乘上一因數(factor)，使得信號在星座圖外圍的點距離比較大，內部的點距離比較小，用以減少電話網路u-law和a-law的量化雜訊。由星座圖的座標與暫存器中的信號座標，利用非線性函數求出映射關係，例如適合的二次曲線 $y = ax^2 + bx + c$ 逼近映射關係，y為正確接收能量，x為



五、發明說明 (12)

接收能量，最小化由誤差函數 $S = \sum [y_i - ax^2 + bx + c]$ 求出 a 、 b 、 c 。

傳送端與接收端的時脈不匹配，所以會有時序的相位差，固定或是多模數演算法的等化器無法補償相位差，因此在以非線性轉換得到正確座標之後，信號的大小正確，需要將星座圖座標轉正，可以將信號乘上 $a + jb$ ， $a^2 + b^2 = 1$

，最小化誤差 $S = \sum [(p_i + jq_i)(a_i + jb_i) - (u_i + v_i)]^2$ ，其中 $(p_i + jq_i)$

表示經過非線性轉換輸入信號的座標， $(u_i + v_i)$ 表示正確的座標。第16A圖表示112QAM信號經過非線性轉換與載波相位回復的座標圖。第16B圖表示896QAM0bps信號經過非線性轉換與載波相位回復的座標圖。此時信號已經落入正確座標附近。

輸入信號經過使用可調適性多模數演算法等化器之後，信號中殘存的符元干擾效應，這些殘存的干擾效應如同加在信號的雜訊，可以在信號點經轉正以及非線性轉換之後，藉由具有前饋濾波器(feed-forward-filter)和後饋濾波器(feed-back-filter)的決定回授等化器(decision feedback equalizer)，利用切開器(slicer)決定的結果去除。第17A圖表示未通過決定等化器之前的星座圖。第17B圖表示通過決定等化器之後的星座圖。比較第17A圖與第17B圖得知，經過決定等化器的右邊信號座



五、發明說明 (13)

標比較集中，所以決定等化器可以去除信號中殘存的符元干擾效應。

本發明有下列優點：

1. 利用統計方法來達到可調適性模數設定，逐步調整模數個數與模數大小。

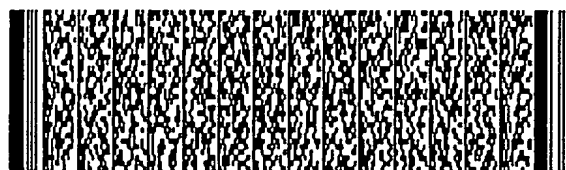
2. 加速等化器係數的收斂速度。

3. 使得多點數QAM經過等化器後的星狀圖可以收斂得更清楚。

4. 由於模數的設定為可調適性，因此收到信號為不同QAM點數，可以調整其模數 R_2 ，因此多模數演算法可以應用於各種不同點數的QAM信號。

5. 可調適性多模數演算法也可以應用於QAM各點數之間的距離成非線性關係，例如V.34的規格是QAM各點到原點的距離乘上一非線性數值(例如作為對抗電話線 μ -law和A-law的效應)，只要QAM各點相對於原點對稱，就算QAM的點數未知和各點數之間距離不等，都可以調整所使用的模數使等化器收斂。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



圖式簡單說明

圖式簡單說明：

第1圖表示信號符元干擾示意圖。

第2圖表示896QAM信號使用固定模數演算法等化器輸出星座圖。

第3圖表示固定模數演算法和可調適性多模數演算法之成本方程式之值的收斂速度與臨界值圖。

第4圖表示固定模數演算法成本方程式示意圖。

第5圖表示最陡傾斜坡道方法降低成本方程式示意圖。

第6圖表示多模數演算法區域分布與模數示意圖。

第7圖表示可調適性多模數演算法之模數切換示意圖。

第8圖表示固定模數演算法與多模數演算法的切換架構圖。

第9圖表示習知固定模數演算法的架構圖。

第10圖表示可調適性多模數演算法的架構圖。

第11圖表示本發明實施例等化器的演算法流程圖。

第12圖表示896QAM信號使用固定模數演算法等化器輸出結果星座圖。

第13圖表示896QAM信號使用可調適性多模數演算法等化器輸出結果星座圖。

第14圖表示448QAM信號使用固定模數演算法等化器輸出結果星座圖。

第15圖表示448QAM信號使用可調適性多模數演算法等



圖式簡單說明

化器輸出結果星座圖。

第16A圖表示112QAM信號經過非線性轉換與載波相位回復的座標圖。

第16B圖表示896QAM信號經過非線性轉換與載波相位回復的座標圖。

第17A圖表示未通過決定等化器之前的星座圖。

第17B圖表示通過決定等化器之前的星座圖。

符號說明：

10 等化器

20 多工器

30 固定模數等化係數產生器

35 固定模數產生器

38 更新等化係數產生器

40 可調適性多模數等化係數產生器40。

42 模數估算器

45 多模數選擇器

48 更新等化係數產生器



六、申請專利範圍

1. 一種用於一等化器之可調適性多模數(Adaptive Multi-Modulus)的等化方法，該等化方法包括下列步驟：

a. 儲存一輸入信號，產生一等化係數的初始值；

b. 一固定模數演算法(CMA; Constant Modulus Algorithm means)，用以與上述等化器輸出信號，計算出成本方程式之值，計算上述等化係數的調整量，以及更新上述等化係數；

c. 根據上述等化器的輸出信號統計下一階段多模數演算法(Multi-Modulus Algorithm)中各區域之模數；

d. 當上述成本方程式的值到達第一臨界值，則切換到一多模數演算法(MMA; Multi-Modulus Algorithm)；

e. 利用上述儲存輸入信號，產生一等化係數的初始值；

f. 利用該多模數演算法，與上述等化器輸出的信號和各區域的模數計算成本方程式，計算上述等化係數的調整量，以及更新上述等化係數，其中上述區域的個數等於上述模數的個數；

g. 根據上述等化器的輸出信號統計下一階段多模數演算法中各區域之模數，其中上述區域的個數為上述模數個數加上模數增量；

h. 當成本方程式的值到達第二臨界值，則切換到下一階段之更多模數演算法，其中下一階段的模數個數為上述模數個數加上上述模數增量；

i. 判斷成本方程式是否達到既定的臨界值，如果是，



六、申請專利範圍

則進行步驟j；如果不是，則回到步驟f；以及

j. 固定上述模數個數，等化上述輸入信號。

2. 如專利申請範圍第1項所述之可調適性多模數等化方法，其更包括：

k. 相位轉正以及非線性轉換上述等化器輸出信號；以及

1. 輸入上述第k步驟的信號于一決定回授等化器。

3. 如專利申請範圍第1項所述之可調適性多模數等化方法，其中成本方程式為第二階離散。

4. 如專利申請範圍第1項所述之可調適性多模數等化方法，其中上述固定模數演算法是利用最陡傾斜坡道法(steepest decent algorithm)。

5. 如專利申請範圍第1項所述之可調適性多模數等化方法，其中上述多模數演算法是利用最陡傾斜坡道法。

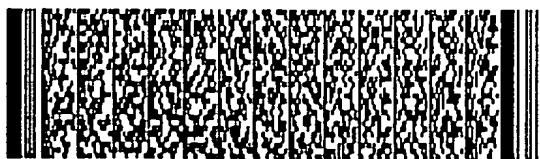
6. 一種可調適性多模數等化器，包括：

一等化器，其藉由輸入信號和等化係數產生輸出信號；

一多工器，其根據一第一臨界值決定接收固定模數等化係數或是多模數等化係數，輸出上述等化係數；

一固定模數等化係數產生器，其根據上述輸入信號和上述等化器的輸出信號，計算固定模數成本方程式的值，計算上述固定模數等化係數的調整量，以及更新上述固定模數等化係數並且輸出上述固定模數等化係數；以及

一可調適性多模數等化係數產生器，其根據上述等化



六、申請專利範圍

器的輸出信號所對應的區域之模數，計算多模數成本方程式的值，上述多模數等化係數的調整量，以及更新上述多模數等化係數並且輸出上述多模數等化係數；其根據上述等化器輸出信號，統計更多模數個數之各區域的模數；當上述多模數成本方程式的值到達一第二臨界值，則根據上述更多模數個數之各區域的模數產生上述多模數等化係數。

7. 一種用於一等化器之可調適性多模數(Adaptive Multi-Modulus)的等化方法，該等化方法包括下列步驟：

a. 儲存一輸入信號，產生一等化係數的初始值；

b. 一固定模數演算法(CMA; Constant Modulus Algorithm means)，用以與上述等化器輸出信號，計算出成本方程式之值，計算上述等化係數的調整量，以及更新上述等化係數；以及

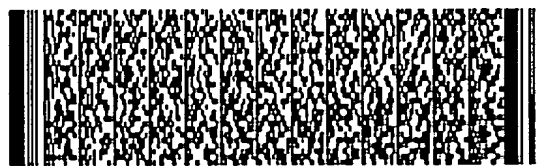
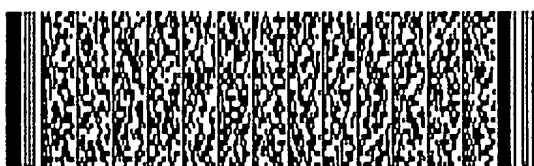
c. 根據上述等化器的輸出信號統計下一階段多模數演算法(Multi-Modulus Algorithm)中各區域之模數。

8. 如專利申請範圍第7項所述之可調適性多模數等化方法，其更包括：

d. 當上述成本方程式的值到達第一臨界值，則切換到一多模數演算法(MMA; Multi-Modulus Algorithm)；以及

e. 利用上述儲存輸入信號，產生一等化係數的初始值。

9. 如專利申請範圍第8項所述之可調適性多模數等化方法，其更包括：



六、申請專利範圍

f. 利用該多模數演算法，與上述等化器輸出的信號和各區域的模數計算成本方程式，計算上述等化係數的調整量，以及更新上述等化係數，其中上述區域的個數等於上述模數的個數；以及

g. 根據上述等化器的輸出信號統計下一階段多模數演算法中各區域之模數，其中上述區域的個數為上述模數個數加上模數增量。

10. 如專利申請範圍第9項所述之可調適性多模數等化方法，其更包括：

h. 當成本方程式的值到達第二臨界值，則切換到下一階段之更多模數演算法，其中下一階段的模數個數為上述模數個數加上上述模數增量。

11. 如專利申請範圍第10項所述之可調適性多模數等化方法，其更包括：

ii. 判斷成本方程式是否達到既定的臨界值，如果是，則進行步驟j；如果不是，則回到步驟f；以及

iii. 固定上述模數個數，等化上述輸入信號。

12. 如專利申請範圍第11項所述之可調適性多模數等化方法，其更包括：

k. 相位轉正以及非線性轉換上述等化器輸出信號；以及

l. 輸入上述第k步驟的信號于一決定回授等化器。

13. 如專利申請範圍第12項所述之可調適性多模數等化方法，其中成本方程式為第二階離散。

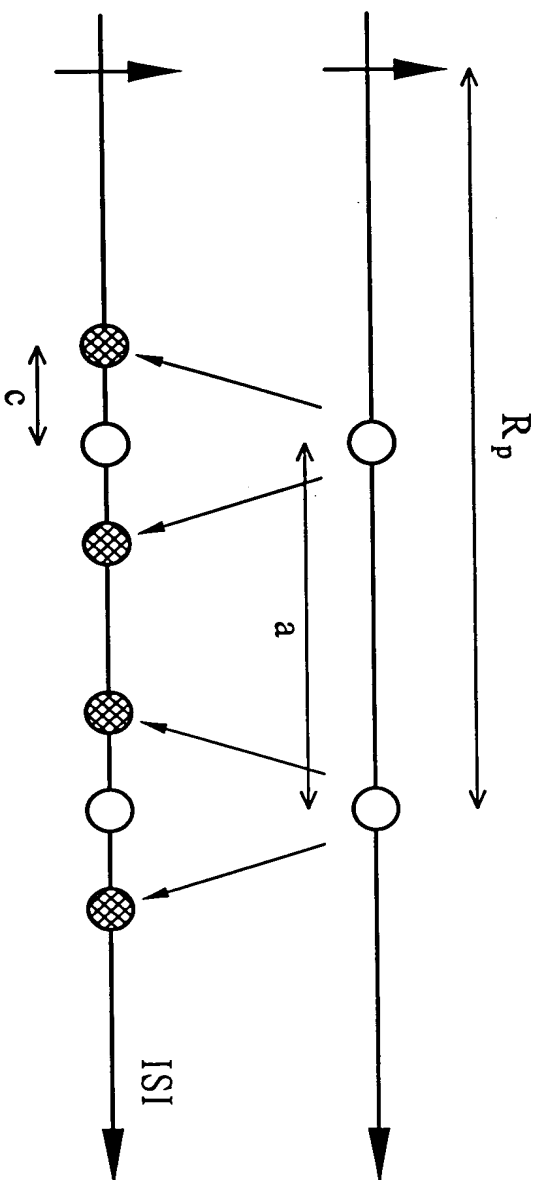


六、申請專利範圍

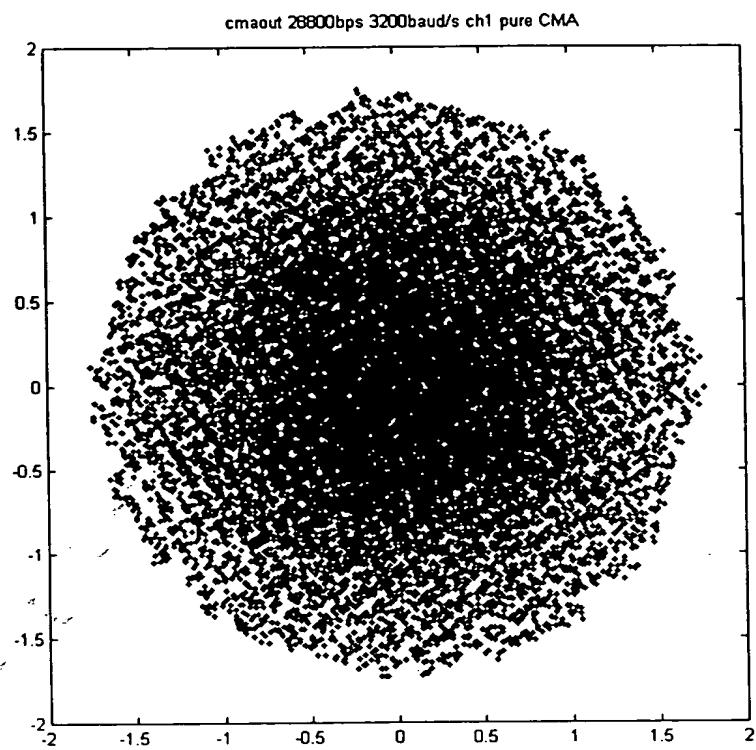
14. 如專利申請範圍第7項所述之可調適性多模數等化方法，其中上述固定模數演算法是利用最陡傾斜坡道法 (steepest decent algorithm)。

15. 如專利申請範圍第7項所述之可調適性多模數等化方法，其中上述多模數演算法是利用最陡傾斜坡道法。

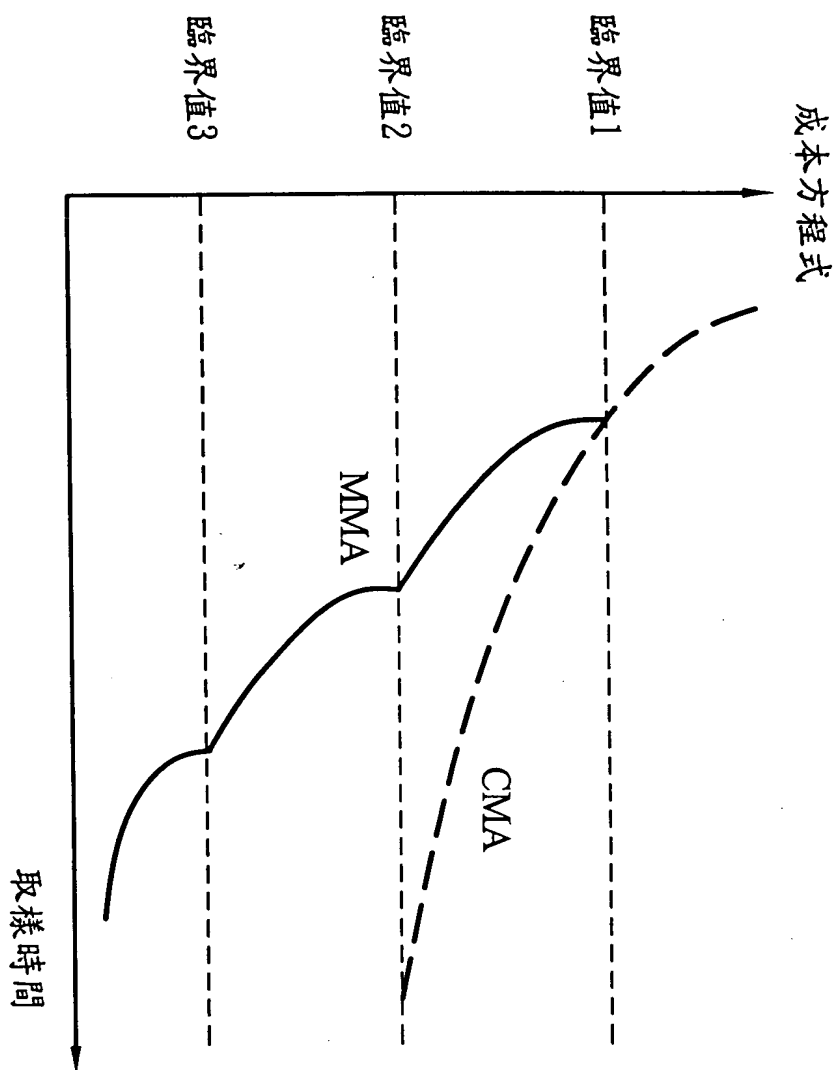




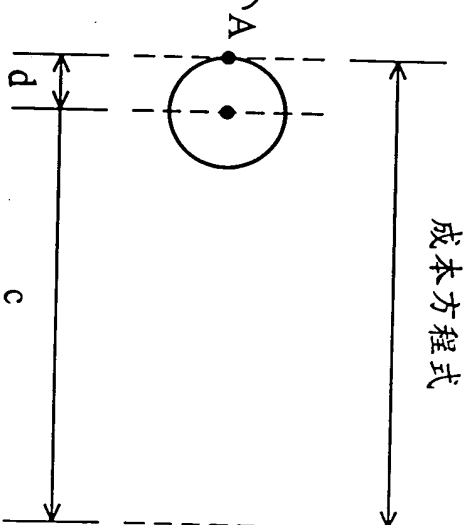
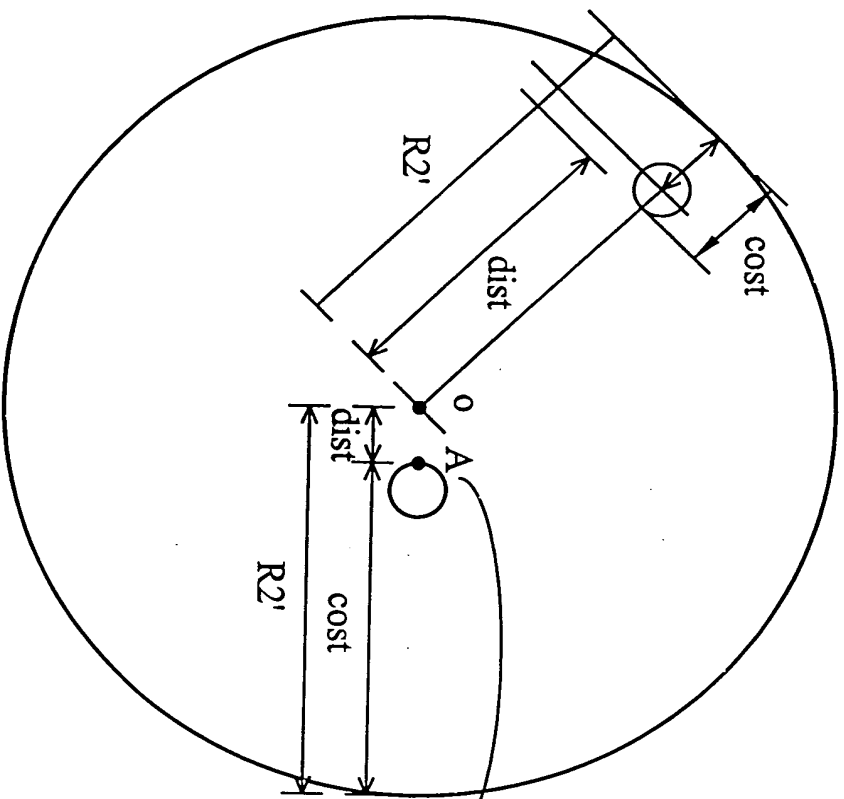
第 1 圖



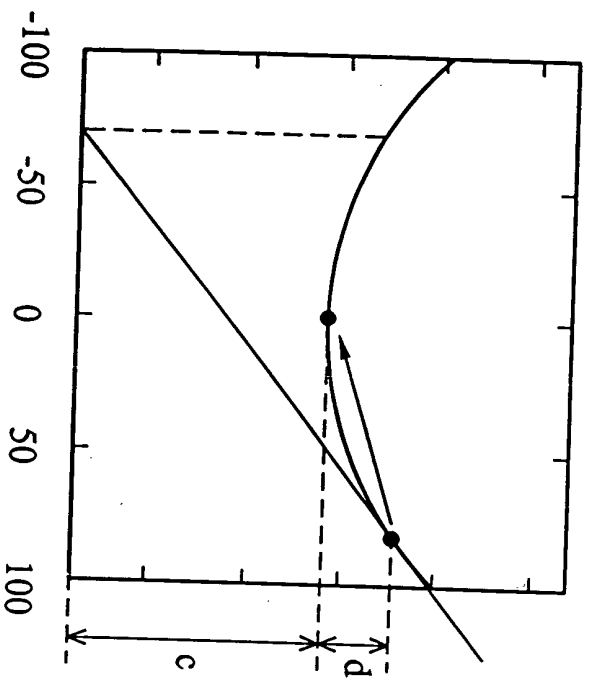
第 2 圖



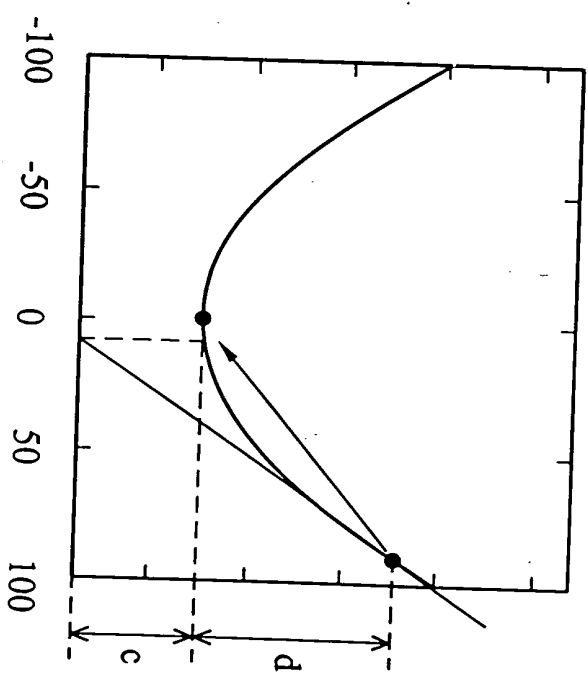
第3圖



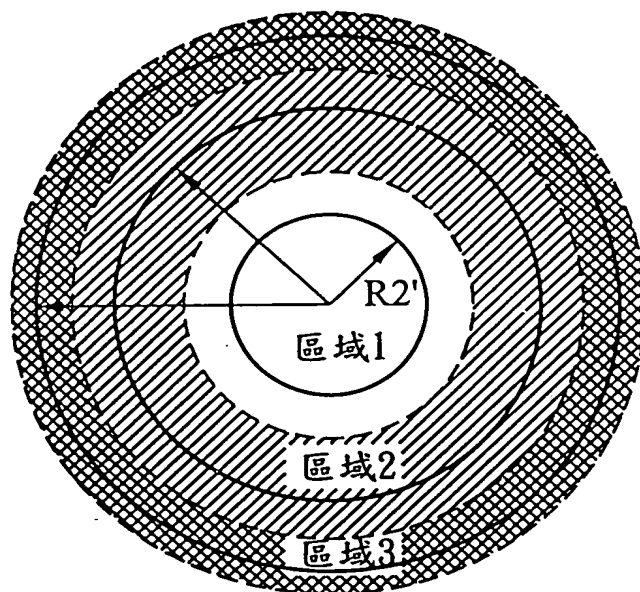
第4圖



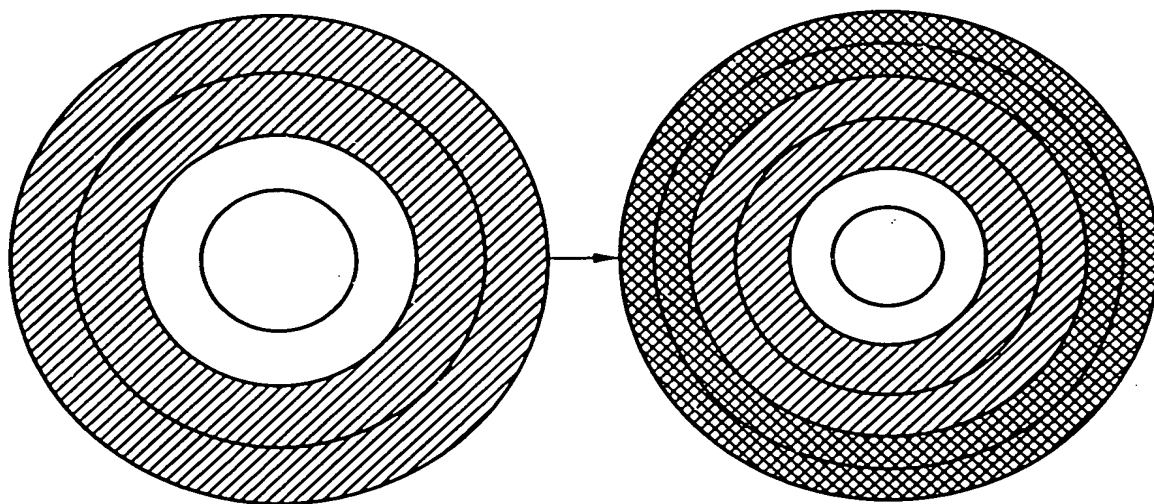
第5A圖



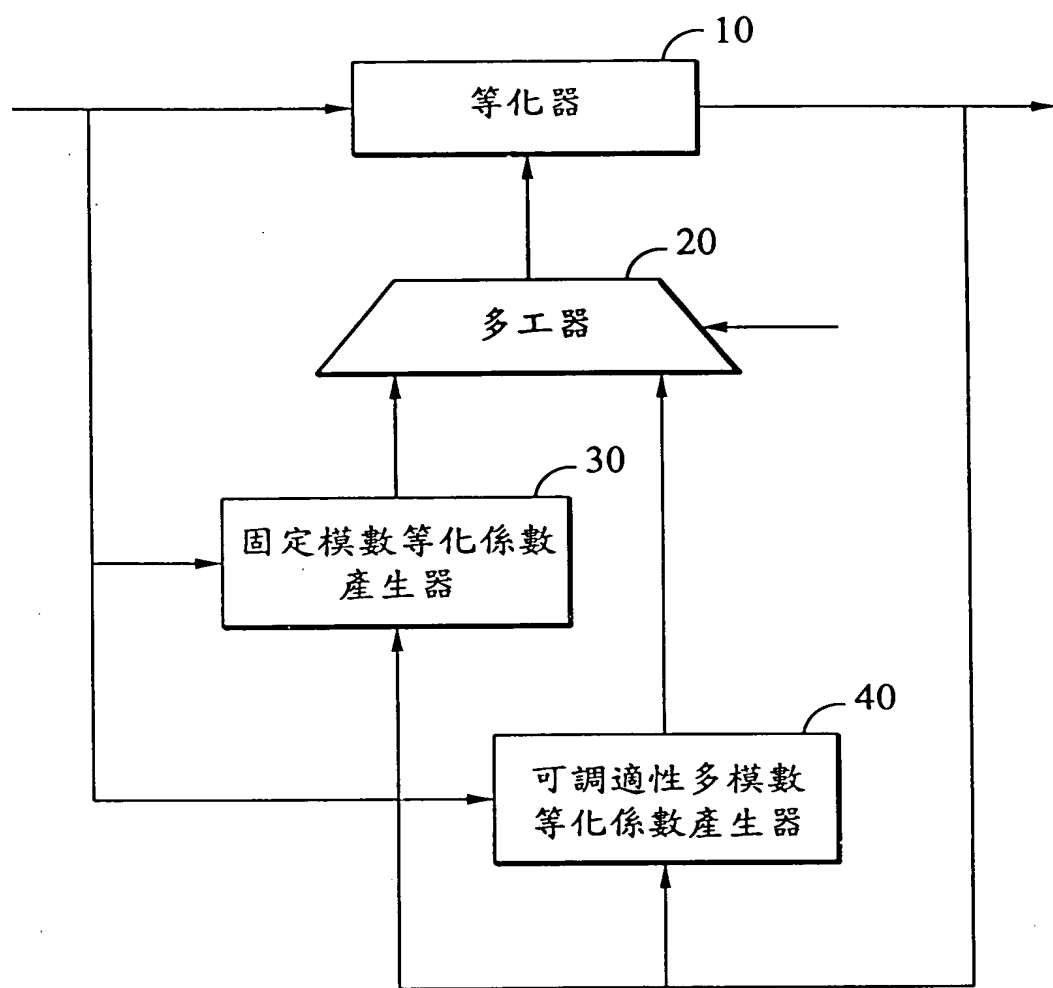
第5B圖



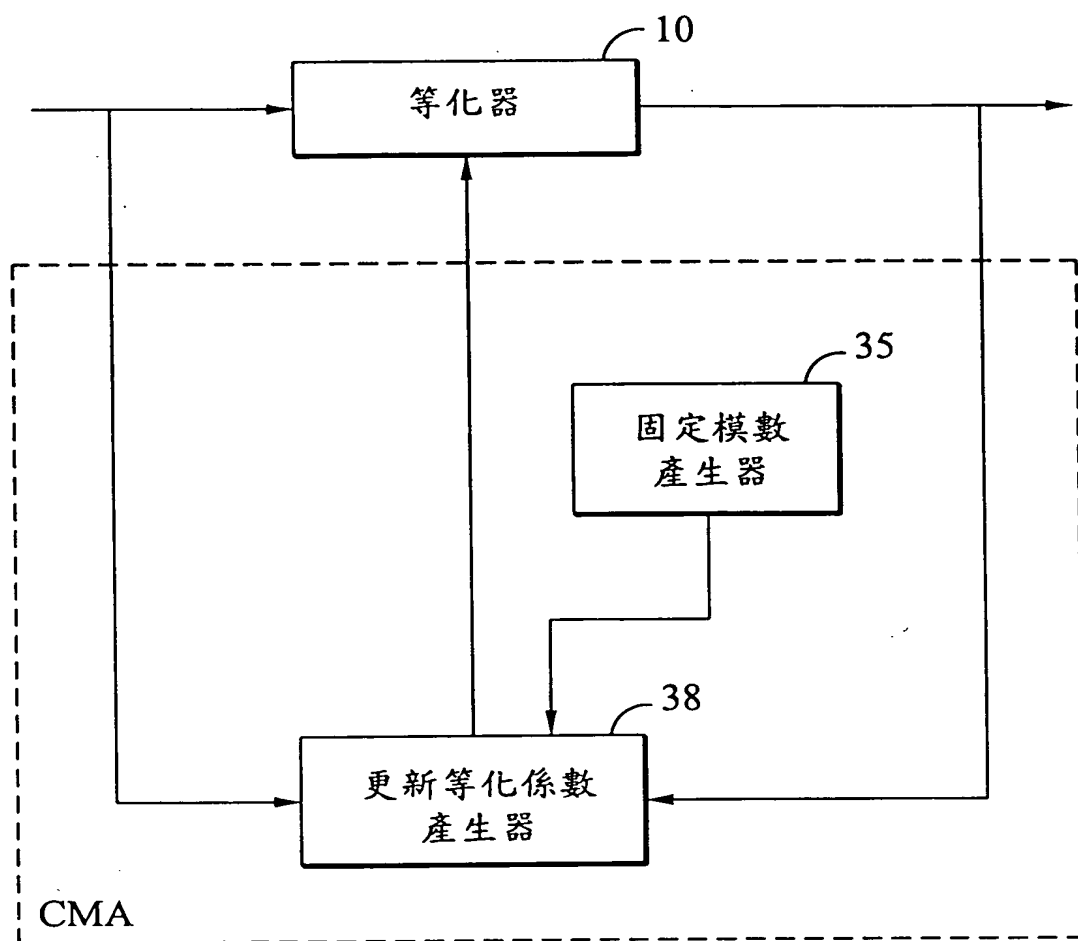
第 6 圖



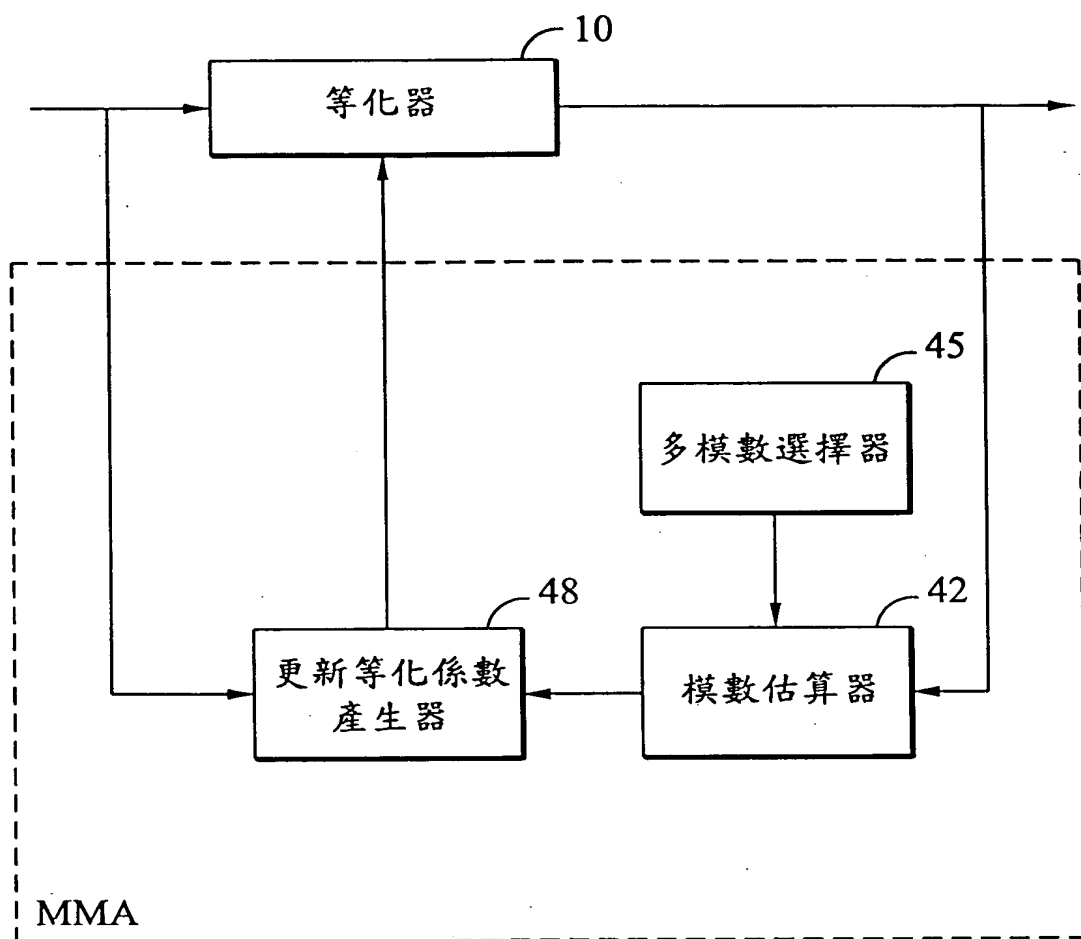
第 7 圖



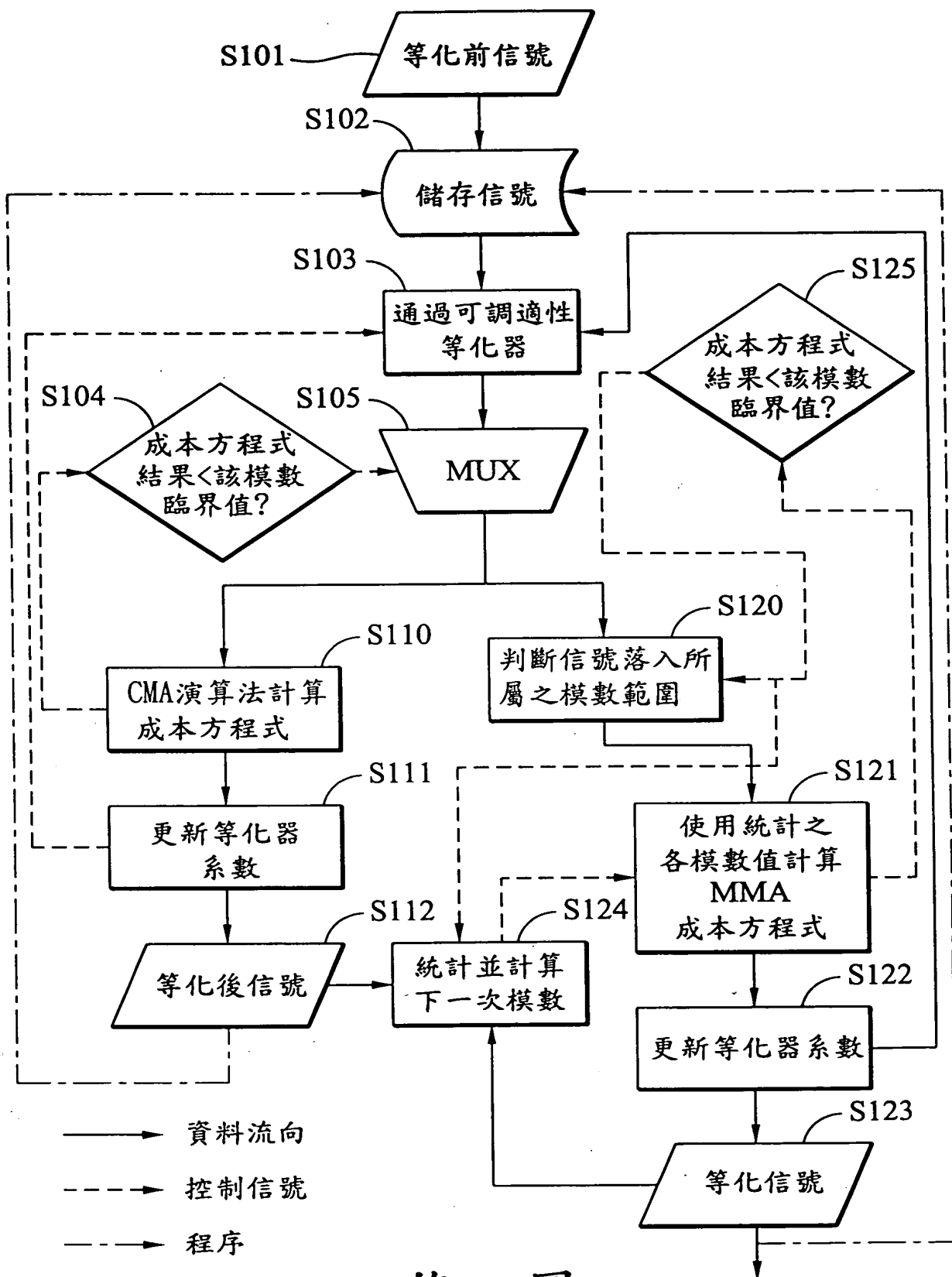
第 8 圖



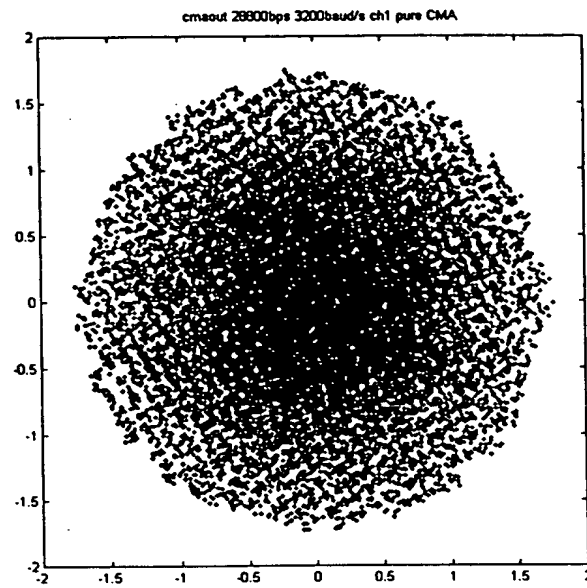
第 9 圖



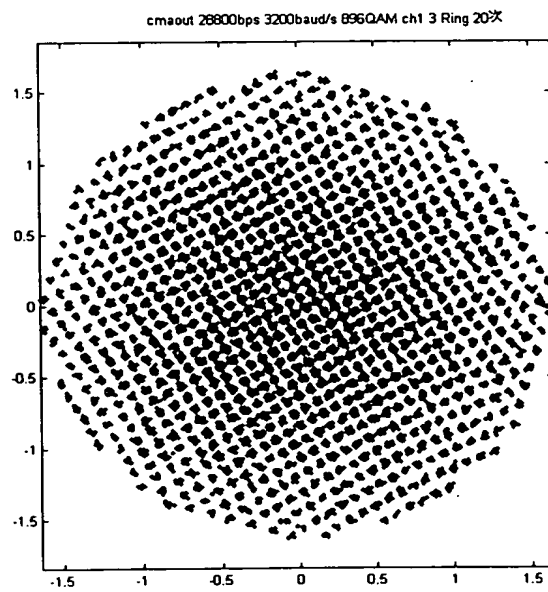
第 10 圖



第 11 圖

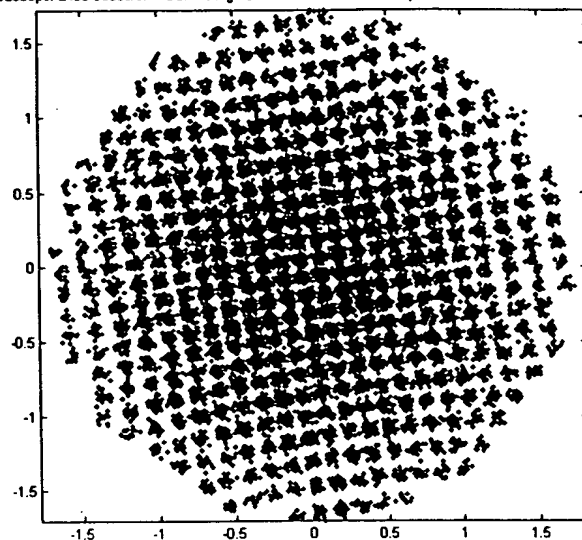


第 12 圖

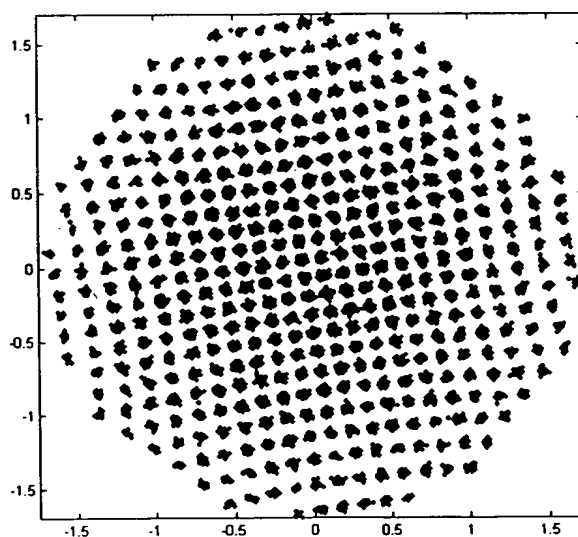


第 13 圖

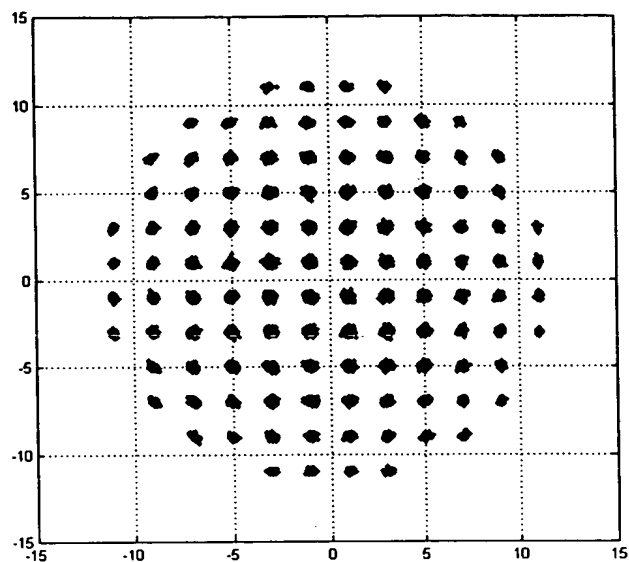
19200bps, 2400 bauds/s, 448QAM, high carrier=1800Hz, CMA output, 20 iterations, channel 4



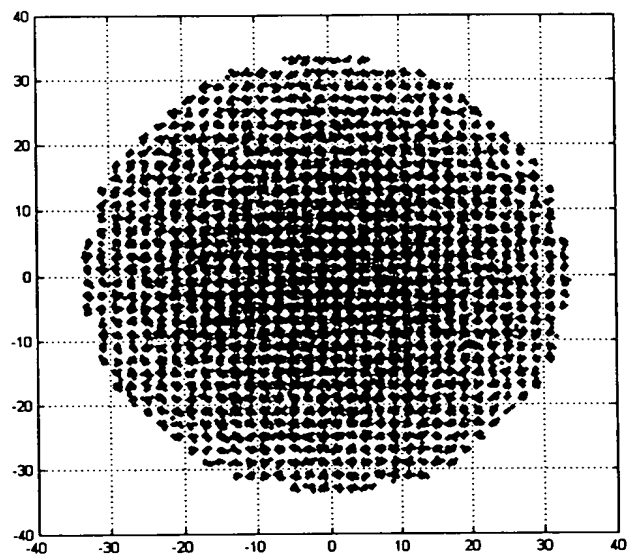
第 14 圖



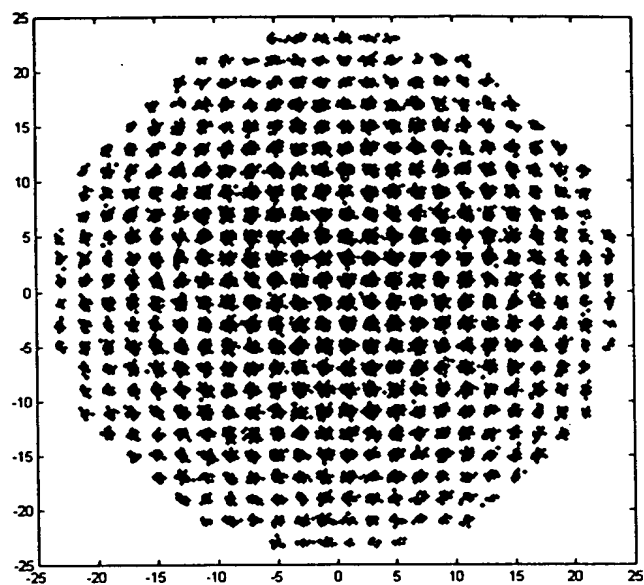
第 15 圖



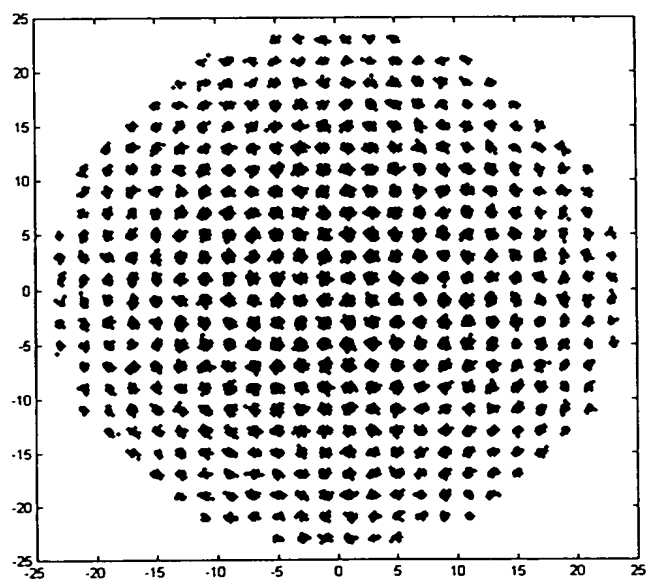
第 16A 圖



第 16B 圖

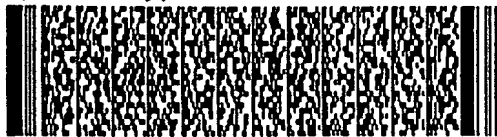


第 17A 圖

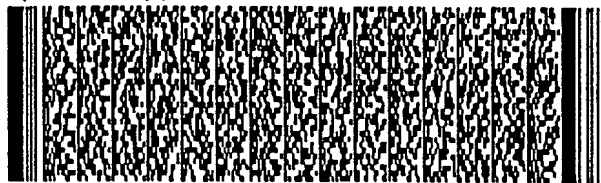


第 17B 圖

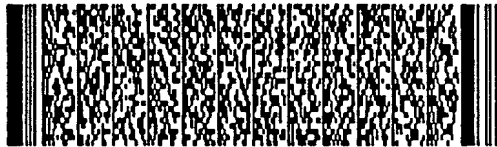
第 1/24 頁



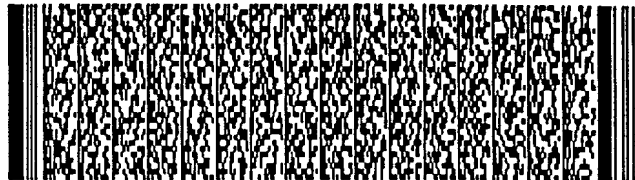
第 2/24 頁



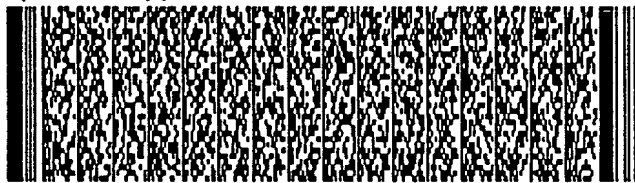
第 3/24 頁



第 5/24 頁



第 5/24 頁



第 6/24 頁



第 6/24 頁



第 7/24 頁



第 7/24 頁



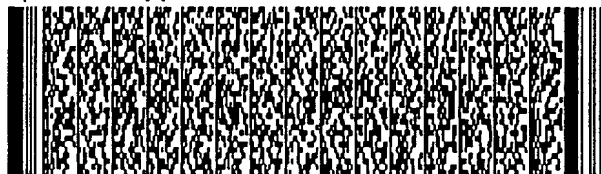
第 8/24 頁



第 8/24 頁



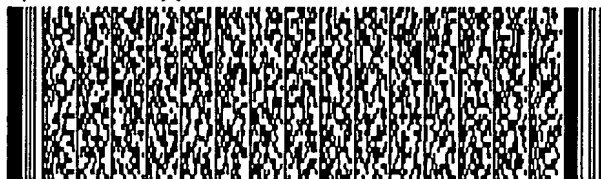
第 9/24 頁



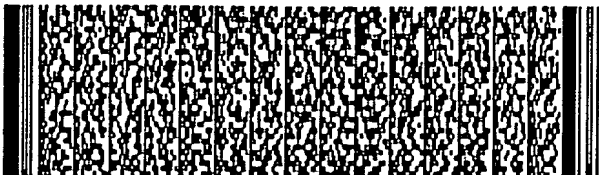
第 9/24 頁



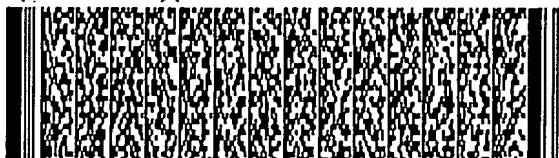
第 10/24 頁



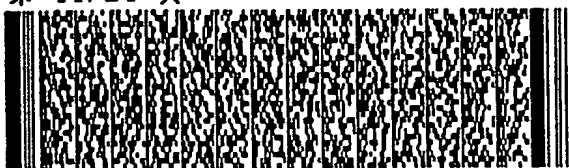
第 10/24 頁



第 11/24 頁



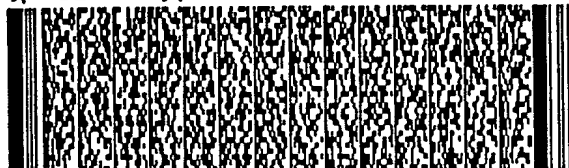
第 11/24 頁



第 12/24 頁



第 12/24 頁



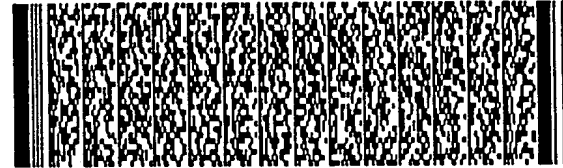
第 13/24 頁



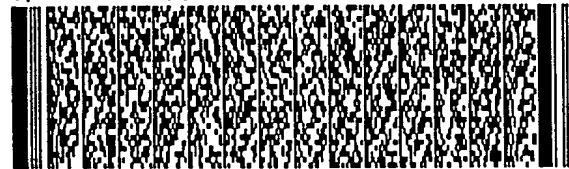
第 13/24 頁



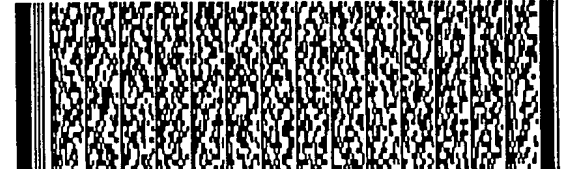
第 14/24 頁



第 14/24 頁



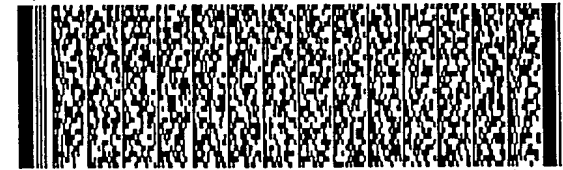
第 15/24 頁



第 15/24 頁



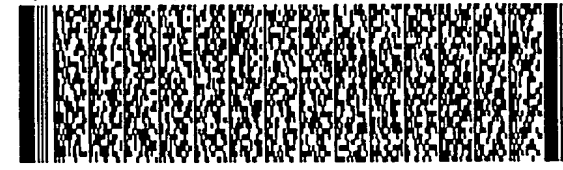
第 16/24 頁



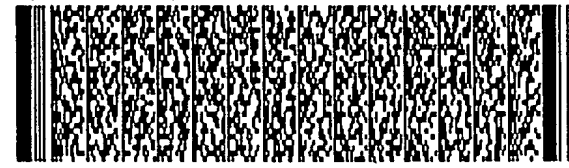
第 16/24 頁



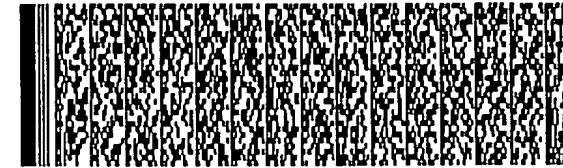
第 17/24 頁



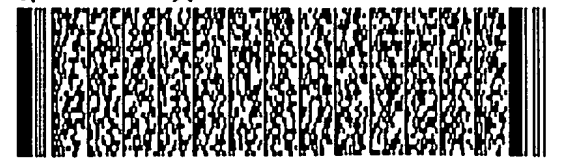
第 17/24 頁



第 18/24 頁



第 19/24 頁



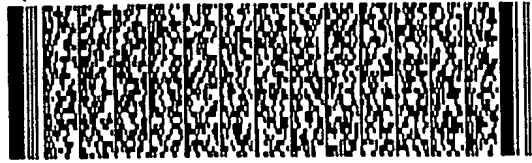
第 20/24 頁



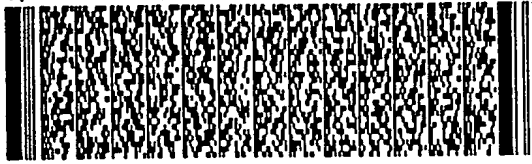
第 20/24 頁



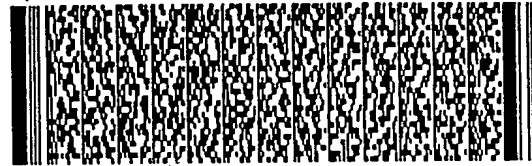
第 21/24 頁



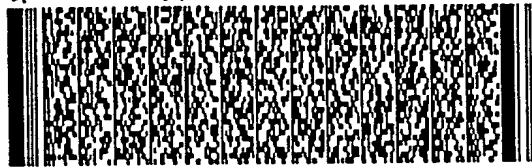
第 21/24 頁



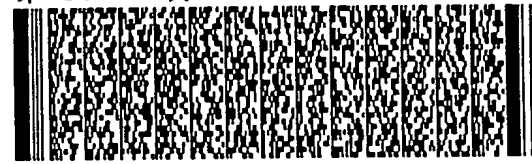
第 22/24 頁



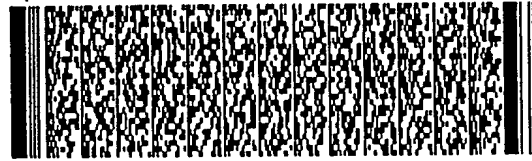
第 22/24 頁



第 23/24 頁



第 23/24 頁



第 24/24 頁

